

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-179983

(43)Date of publication of application : 18.07.1995

(51)Int.Cl.

C22C 33/02

C22C 38/00

C22C 38/00

C22C 38/34

H01F 1/14

(21)Application number : 05-327885

(71)Applicant : TOSHIBA ELECTRON ENG CORP  
TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 24.12.1993

(72)Inventor : KOBAYASHI KUNPEI  
FUKUDA YASUYUKI

## (54) SINTERED SOFT-MAGNETIC MATERIAL HAVING HIGH ELECTRIC RESISTANCE VALUE AND ITS PRODUCTION

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To produce a sintered soft-magnetic material having high electric resistance value by incorporating specific percentages of chromium and silicon into iron.

**CONSTITUTION:** An alloy powder, consisting of, by weight ratio, 5-30% chromium and the balance iron, an alloy powder, consisting of 8-45% silicon and the balance iron, and an iron powder are mixed, by which a raw material powder is prepared. If necessary, a lubricant is added to this raw material powder, and the resulting mixture is press-compacted, e.g. at about 500-700MPa, degreased in H<sub>2</sub> at about 500-650° C for about 0.5-1hr, and sintered in vacuum at about 1100-1200° C for about 1-3hr. By this method, the sintered soft-magnetic material, having high electric resistance value, can be obtained.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.07.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

[Scopes of the Patent Claims]

[Claim 1] A sintered soft magnetic material having a high electrical resistance value, characterized by consisting, in weight ratio, of 3 to 7% of chromium, 2.5 to 3.5% of silicon, and the balance of iron.

[Claim 2] A method for manufacturing a sintered soft magnetic material having a high electrical resistance value, characterized by shaping and sintering a raw material powder prepared by admixing with each other an alloy powder consisting, in weight ratio, of 5 to 30% of chromium and the balance of iron; another alloy powder consisting of 8 to 45% of silicon and the balance of iron; and an iron powder.

[Claim 3] A method for manufacturing a sintered soft magnetic material having a high electrical resistance value, characterized by shaping and sintering a raw material powder prepared by admixing with each other an alloy powder consisting, in weight ratio, of 5 to 40% of chromium, 3 to 15% of silicon, and the balance of iron; and an iron powder.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-179983

(43) 公開日 平成7年(1995)7月18日

| (51) Int.Cl. <sup>4</sup> | 識別記号  | 庁内整理番号  | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|-------|---------|-----|--------|
| C 2 2 C                   | 33/02 | M       |     |        |
|                           | 38/00 | 3 0 3 S |     |        |
|                           |       | 3 0 4   |     |        |
|                           | 38/34 |         |     |        |

H 0 1 F 1 / 14

Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 4 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-327885

(22) 出願日 平成5年(1993)12月24日

(71) 出願人 000221339

東芝電子エンジニアリング株式会社  
神奈川県川崎市川崎区日進町7番地1

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 小林 薫平

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株  
式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 福田 泰幸

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 東  
芝マテリアルエンジニアリング株式会社内

(74) 代理人 弁理士 則近 憲佑

(54) 【発明の名称】 高い電気抵抗値を有する焼結軟磁性材料およびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明の目的は、高い交流磁気特性が要求される用途に好適な十分に高い電気抵抗値を有する焼結軟磁性材料およびその製造方法を提供する。

【構成】 本発明は重量比でクロム3～7%、ケイ素2.5～3.5%、残部鉄からなることを特徴とする高い電気抵抗値を有する焼結軟磁性材料およびその製造方法である。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量比でクロム3～7%、ケイ素2.5～3.5%、残部鉄からなることを特徴とする高い電気抵抗値を有する焼結軟磁性材料。

【請求項2】 重量比でクロム5～30%、残部鉄からなる合金粉末と、ケイ素8～45%、残部鉄からなる合金粉末と、鉄粉末とを混合して原料粉末とし、これを成形、焼結することを特徴とする高い電気抵抗値を有する焼結軟磁性材料の製造方法。

【請求項3】 重量比でクロム5～40%、ケイ素3～15%、残部鉄からなる合金粉末と、鉄粉末とを混合して原料粉末とし、これを成形、焼結することを特徴とする高い電気抵抗値を有する焼結軟磁性材料の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は高い電気抵抗値を有する焼結軟磁性材料およびその製造方法に関し、さらに詳しくは、ソレノイドバルブに用いられるブランジャーなど交流磁気特性を要求される分野に用いられる高い電気抵抗値を有する焼結軟磁性材料およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、クロムやケイ素を含む鉄系の合金はクロムやケイ素の鉄への固溶による硬化により成形が困難なため、所望の組成の溶解材を用いていた。しかしながらこのような溶解材は単純な形状の物しか得られず、複雑形状を要求されるソレノイドバルブに用いられるブランジャーなどを製造する場合、単純形状の溶解材を全加工することにより所望形状としていた。このような加工では手作業によることも多く、歩留りが上昇しないのみならず、加工に莫大な時間もかかることから製品のコストの上昇を招いていた。また、溶解材では空隙がほとんどないため、電気抵抗値を向上させるケイ素などを用いても、十分な電気抵抗値を有する材料は達成できなかった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記課題を解決し、ソレノイドバルブに用いられるブランジャーなど高い交流磁気特性が要求される用途に好適な十分に高い電気抵抗値を有する焼結軟磁性材料およびその製造方法の提供を目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の高い電気抵抗値を有する焼結軟磁性材料は、重量比でクロム3～7%、ケイ素2.5～3.5%、残部鉄からなることを特徴とする。ここでクロムは材料の電気抵抗値を向上させる成分であり、3%未満では十分な電気抵抗値が得られず、また7%を超えると十分な電気抵抗値は得られるものの材料に占める鉄の比率が低下し、これが磁束密度の低下をもたらすため好ましくない。また材料の硬度および耐

食性を向上させる働きも有する。

【0005】なお、好ましい範囲としては、4～6%である。ケイ素は材料の硬度および電気抵抗値を向上させる成分であり、2.5%未満では十分な電気抵抗値が得られず、また3.5%を超えると硬度が高くなり過ぎ、本発明の製造方法によっても成形が困難となるため好ましくない。また材料の透磁率、保磁力を向上させる働きも有する。

【0006】なお、好ましい範囲としては、2.7～3.3%である。このような高いケイ素の組成比の鉄系合金を焼結体で得るため、本発明では以下の2つの製造方法によりこの難問を解決した。

【0007】すなわち本発明の第1の高い電気抵抗値を有する焼結軟磁性材料の製造方法は、重量比でクロム5～30%、残部鉄からなる合金粉末と、ケイ素8～45%、残部鉄からなる合金粉末と、鉄粉末とを混合して原料粉末とし、これを成形、焼結することを特徴とする。

【0008】この製造方法によれば、鉄-クロム合金粉末と鉄-ケイ素合金粉末と鉄粉末とを別々に用意できるので、鉄-クロム-ケイ素からなる原料粉末とする際、そのクロム、ケイ素の比率を調整しやすいという特徴を有する。特に原料粉末とする前に鉄-クロム合金粉末と鉄粉末、あるいは鉄-ケイ素合金粉末と鉄粉末によりそのクロムまたはケイ素の比率を調整することも可能である。

【0009】また本発明の第2の高い電気抵抗値を有する焼結軟磁性材料の製造方法は、重量比でクロム5～40%、ケイ素3～15%、残部鉄からなる合金粉末と、鉄粉末とを混合して原料粉末とし、これを成形、焼結することを特徴とする。

【0010】この製造方法によれば、鉄-クロム-ケイ素からなる合金粉末を用いるのでクロムとケイ素の比率を一定にすることができ、均一な組成の原料粉末を調製しやすいという特徴を有する。

【0011】なお、本発明の製造方法において、成形および焼結の方法は特に限定されず、従来公知の種々の方法を用いることができる。その一例を挙げると、原料粉末を500～700MPaでプレス成形し、H<sub>2</sub>中500～650℃0.5～1時間脱脂後真空中1100～1200℃で1～3時間焼結するという方法がある。

【0012】また、本発明の第1および第2の製造方法において用いる合金粉末および鉄粉末の粒径は特に制限されないが、粒径が大きくなると成形性がよくなり、小さくなると焼結性が向上する傾向がある。好ましい範囲としては第1の製造方法では鉄-クロム合金粉末では20～150μm、鉄-ケイ素合金粉末では20～50μmであり、鉄粉末では20～150μmである。第2の製造方法では鉄-クロム-ケイ素合金粉末では20～50μmであり、鉄粉末では20～150μmである。

【0013】なお、原料粉末を成形するに際し、ステア

リン酸系、アミドワックス系などの潤滑剤を用いることもできる。ステアリン酸系の潤滑剤としては例えばステアリン酸亜鉛などを挙げることができ、アミドワックス系の潤滑剤としては例えばエチレンビスアמידなどを挙げることができる。

#### 【0014】

【作用】上記構成としたことにより、従来焼結体では得られなかった高いケイ素含有率を有する焼結軟磁性材料を得ることができた。ケイ素含有率を高くしたことで焼結体であることにより、材料の電気抵抗値を向上させることができ、交流磁気特性の向上も達成された。

【0015】また、ケイ素含有率を高くすることができたので、材料の透磁率、保磁力も向上し、硬度も向上したのでクロムの含有率を低下させることができた。これにより、相対的に鉄の含有率を上昇させることができ、高い磁束密度も達成された。

#### 【0016】

【実施例】次に本発明を以下の実施例および図面を参照してより具体的に説明する。

##### ・実施例1 (Fe-5Cr-3Si)

最大粒径149 $\mu$ mの鉄粉末42.4重量%、最大粒径149 $\mu$ mの鉄-クロム合金粉末40重量%、最大粒径45 $\mu$ mの鉄-ケイ素粉末17.6重量%に潤滑剤としてアミドワックス1重量%を添加し混合粉末を得た。この混合粉末を600MPaにて成形し、 $\phi 40 \times \phi 30 \times t 5$ mmの成形体を成形した。この時の密度は6.55g/cm<sup>3</sup>であった。

【0017】この成形体を水素中600℃で1時間脱脂した後、真空中1145℃で2.5時間焼結した。この時の密度は7.3g/cm<sup>3</sup>であり、これは理論密度のおよそ95%である。

##### ・実施例2 (Fe-5Cr-1Si)

最大粒径149 $\mu$ mの鉄粉末54.1重量%、最大粒径149 $\mu$ mの鉄-クロム合金粉末40重量%、最大粒径45 $\mu$ mの鉄-ケイ素粉末5.9重量%に潤滑剤としてアミドワックス1重量%を添加し混合粉末を得た。この混合粉末を600MPaにて成形し、 $\phi 40 \times \phi 30 \times t 5$ mmの成形体を成形した。この時の密度は6.85g/cm<sup>3</sup>であった。

【0018】この成形体を水素中600℃で1時間脱脂した後、真空中1145℃で2.5時間焼結した。この時の密度は6.95g/cm<sup>3</sup>であり、これは理論密度のおよそ90%である。

##### ・実施例3 (Fe-8Cr-3Si)

最大粒径149 $\mu$ mの鉄粉末18.4重量%、最大粒径149 $\mu$ mの鉄-クロム合金粉末64重量%、最大粒径45 $\mu$ mの鉄-ケイ素粉末17.6重量%に潤滑剤としてアミドワックス1重量%を添加し混合粉末を得た。この混合粉末を600MPaにて成形し、 $\phi 40 \times \phi 30 \times t 5$ mmの成形体を成形した。この時の密度は6.5

0g/cm<sup>3</sup>であった。

【0019】この成形体を水素中600℃で1時間脱脂した後、真空中1145℃で2.5時間焼結した。この時の密度は7.2g/cm<sup>3</sup>であり、これは理論密度のおよそ94%である。

##### ・実施例4 (Fe-2Cr-3Si)

最大粒径149 $\mu$ mの鉄粉末66.4重量%、最大粒径149 $\mu$ mの鉄-クロム合金粉末16重量%、最大粒径45 $\mu$ mの鉄-ケイ素粉末17.6重量%に潤滑剤としてアミドワックス1重量%を添加し混合粉末を得た。この混合粉末を600MPaにて成形し、 $\phi 40 \times \phi 30 \times t 5$ mmの成形体を成形した。この時の密度は6.65g/cm<sup>3</sup>であった。

【0020】この成形体を水素中600℃で1時間脱脂した後、真空中1145℃で2.5時間焼結した。この時の密度は7.3g/cm<sup>3</sup>であり、これは理論密度のおよそ95%である。

##### ・実施例5 (Fe-5Cr-3Si)

最大粒径149 $\mu$ mの鉄粉末50重量%、最大粒径45 $\mu$ mの鉄-クロム-ケイ素粉末50重量%に潤滑剤としてアミドワックス1重量%を添加し混合粉末を得た。この混合粉末を600MPaにて成形し、 $\phi 40 \times \phi 30 \times t 5$ mmの成形体を成形した。この時の密度は6.4g/cm<sup>3</sup>であった。

【0021】この成形体を水素中600℃で1時間脱脂した後、真空中1145℃で2.5時間焼結した。この時の密度は7.3g/cm<sup>3</sup>であり、これは理論密度のおよそ95%である。

##### ・比較例1

最大粒径149 $\mu$ mのFe-5Cr-3Si合金粉末に潤滑剤としてアミドワックス1重量%を添加し混合粉末を得た。この混合粉末を600MPaにて成形し、 $40 \times 30 \times 5$ mmの成形体を成形したが、粉末が非常に硬く変形能が劣るため成形体強度が確保できず、金型から抜き出す時に、成形体にクラックを生じた。得られた各焼結体および溶解材の電気抵抗値、2000A/mでの磁束密度および保磁力を測定した。この結果を表1に示す。

#### 【0022】

【表1】

|      | 電気抵抗値<br>( $\Omega \cdot \text{cm}$ ) | 磁束密度<br>(T) | 保磁力<br>(A/m) |
|------|---------------------------------------|-------------|--------------|
| 実施例1 | 95                                    | 1.2         | 80           |
| 実施例2 | 48                                    | 1.0         | 180          |
| 実施例3 | 104                                   | 1.1         | 80           |
| 実施例4 | 55                                    | 1.3         | 80           |
| 実施例5 | 95                                    | 1.2         | 80           |
| 比較例1 | 製造不可                                  |             |              |

【0023】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、電気抵抗値の高い焼結軟磁性材料が得られるので、高い交流磁気特性を要求される例えばソレノイドバルブに用いられるプランジャーなどに好適な材料が得られる。また＊

＊焼結体であるので、溶解材を全加工する場合と比較し、歩留りが向上し、加工も仕上げ加工程度で十分である。したがって莫大な時間もかかることがなく、製品のコストの上昇を招来することもない。

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

片内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 F 1/14